

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-332279

(43)Date of publication of application : 30.11.2000

(51)Int.Cl.

H01L 31/04
H01L 21/3065

(21)Application number : 11-143387

(71)Applicant : KYOCERA CORP

(22)Date of filing : 24.05.1999

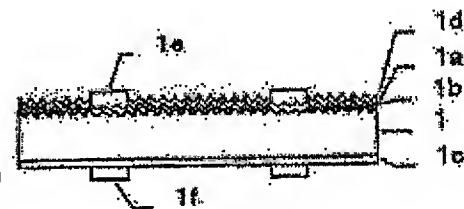
(72)Inventor : INOMATA YOSUKE
FUKUI KENJI
SHIRASAWA KATSUHIKO

(54) MANUFACTURE OF SOLAR BATTERY

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an electrode structure exhibiting sufficient adhesive strength, even when the front side electrode of the solar battery has a small width.

SOLUTION: In a method of manufacturing a solar battery, wherein electrodes 1e and 1f are adhered to both main surfaces by diffusing, on one main surface of one conductivity type polycrystalline silicon substrate 1, a reverse conductivity type impurity 1b, parts of such one or both main surfaces of the substrate 1 for adhesion to the electrodes 1e and 1f are provided with a multitude of fine projections 1a formed by reactive ion etching, to have the electrodes 1e adhered and formed.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-332279

(P2000-332279A)

(43) 公開日 平成12年11月30日 (2000. 11. 30)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード(参考)

H 0 1 L 31/04
21/3065H 0 1 L 31/04
21/302H 5 F 0 0 4
C 5 F 0 5 1

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平11-143387

(22) 出願日 平成11年5月24日 (1999. 5. 24)

(71) 出願人 000006633

京セラ株式会社

京都府京都市伏見区竹田烏羽殿町 6 番地

(72) 発明者 猪股 洋介

滋賀県八日市市蛇溝町長谷野1166番地の 6

京セラ株式会社滋賀工場内

(72) 発明者 福井 健次

滋賀県八日市市蛇溝町長谷野1166番地の 6

京セラ株式会社滋賀工場内

(72) 発明者 白沢 勝彦

滋賀県八日市市蛇溝町長谷野1166番地の 6

京セラ株式会社滋賀工場内

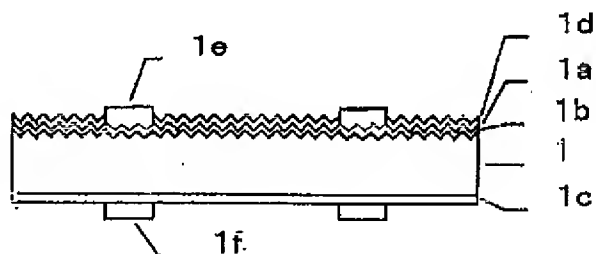
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 太陽電池の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 太陽電池の表面電極 1 e の幅を小さくした場合でも十分な接合強度を有する電極 1 e の構造を提供することを目的とする。

【解決手段】 一導電型多結晶シリコン基板 1 の一主面側に他の導電型不純物 1 b を拡散させて両主面側に電極 1 e、1 f を被着形成する太陽電池の製造方法であって、上記多結晶シリコン基板 1 の一主面側もしくは両主面側の上記電極 1 e、1 f の被着部にリアクティブイオンエッチング法で微細な突起 1 a を多数形成して上記電極 1 e を被着形成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 一導電型多結晶シリコン基板の一主面側に他の導電型不純物を拡散させて両主面側に電極を被着形成する太陽電池の製造方法において、前記多結晶シリコン基板の一主面側もしくは両主面側の前記電極の被着部にリアクティブイオンエッチング法で微細な突起を多数形成して前記電極を被着形成することを特徴とする太陽電池の製造方法。

【請求項2】 前記微細な突起の幅と高さが $2\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項1に記載の太陽電池の製造方法。

【請求項3】 前記微細な突起のアスペクト比が $0.75\sim 2$ であることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の太陽電池の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は太陽電池の製造方法に関し、特に多結晶シリコン基板を用いた太陽電池の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術および発明が解決しようとする課題】近年エネルギー消費が増大する中で、そのエネルギー源の確保が重要視されている。現状ではエネルギーの大部分は火力発電および原子力発電に依存している状況となっている。しかしながら、火力発電においては二酸化炭素による地球温暖化の問題があり、大きな問題となっている。また、原子力発電においては事故時の放射能汚染の可能性や放射性廃棄物の処理方法の問題などが指摘されており、長期的な視点では地球環境の問題をはらんでいる。そのような中、太陽エネルギーを直接電気エネルギーに変換する太陽電池がその無公害性の点から近年クローズアップされてきており、大量生産の技術や低コスト化および高効率化の技術の重要性が高まっている。

【0003】太陽電池のうち主要なものは使用材料の種類によって結晶系、アモルファス系、化合物系などに分類される。このうち、現在市場で流通しているのはほとんどが結晶系シリコン太陽電池である。この結晶系シリコン太陽電池はさらに単結晶型、多結晶型に分類される。単結晶型シリコン太陽電池は基板の品質が良いため、高効率化が容易であるという長所を有する反面、基板の製造コストが大きいという短所を有する。それに対し、多結晶型シリコン太陽電池は基板の品質が劣るために高効率化が難しいという短所はあるものの、低コストで製造できるというメリットがある。また、最近では多結晶シリコン基板の品質の向上やセル化技術の進歩により、研究レベルでは 18% 程度の変換効率が達成されている。

【0004】一方、量産レベルの多結晶シリコン太陽電池は従来より低コストであったために市場に流通してきたが、近年環境問題が取りざたされる中で需要が増して

きており、低コストで且つより高い変換効率が求められるようになった。

【0005】多結晶シリコン太陽電池の高効率化の一つの要素技術として、受光面積の増加がある。これにより太陽光を多く取り込めるために、出力電流の向上が期待できる。そのためには、受光面側の電極の占有面積を縮小する必要があり、微細な電極を形成する技術が求められる。微細な電極を形成する方法としてはフォトリソグラフィを用いる方法が広く知られているが、この方法は太陽電池に用いるには非常に高コストであり、現実的には困難である。従来より、量産レベルの太陽電池では、主成分が銀粉から構成される導電ペーストをスクリーン印刷して焼成することで形成してきた。電極を細くすることは電気抵抗を増加させることになり、電流値の減少につながる。これを避けるためには、小面積で且つ高さの高い電極、つまりアスペクト比の大きい電極が必要である。従来、電極の幅は $200\mu\text{m}$ 程度であったが、高効率化のためには、さらに微細化を図る必要があり、それに伴って基板との接触面積が減少するため、電極の接合強度が低下するという問題がある。

【0006】電極の接合強度を向上させる手段としては、接触面積の増加が考えられる。また、電極の引っ張り強度は、その被着基板の単位当たり表面積のみならず、密着の角度によっても変化する。例えば、電極は垂直方向に引っ張るよりも、斜め方向に引っ張る方が剥がれにくい。これは電極と被着基板が密着している部分の角度が引っ張り方向と平行に近い方が剥がれにくいことを意味している。

【0007】単結晶基板の場合、入射光の反射低減のために、アルカリ水溶液などでテクスチャ構造を形成することが一般的に行われ、この構造をそのまま用いれば、被着基板の表面積の増加によって電極との接触面積も増加して、電極の接合強度が向上する。

【0008】単結晶シリコンの場合、通常は (100) 方向の基板が用いられる。これをアルカリ水溶液でエッチングすると、 (111) 面が露出し、突起頂点の角度が 70.5° のピラミッドが形成される。このピラミッドのアスペクト比を $(\text{ピラミッドの高さ} \div \text{底辺})$ で定義すると、 0.71 となる。しかし、この凹凸では電極の接合強度を十分得ることができないことがあった。

【0009】したがって、さらにアスペクト比の大きい電極下地構造が求められていた。つまり、単位当たり表面積が大きくて接触面積の大きい、かつ接触角度が太陽電池表面に対して垂直により近い電極の下地構造が求められていた。

【0010】しかしながら、上述のアルカリ水溶液によるウェットエッチングでは、エッチングされる基板の結晶の面方位を利用して凹凸(ピラミッド)を形成するため、この凹凸形状の制御ができない。

【0011】また、多結晶基板の場合、その多様な面方

位によって単結晶におけるようなテクスチャ構造はほとんど形成できない。

【0012】本発明はこのような従来の問題に鑑みてなされたものであり、太陽電池の表面電極の幅を小さくした場合でも十分な接合強度を有する電極の形成方法を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明に係る太陽電池の製造方法では、一導電型多結晶シリコン基板の一主面側に他の導電型不純物を拡散させて両主面側に電極を被着形成する太陽電池の製造方法において、前記多結晶シリコン基板の一主面側もしくは両主面側の前記電極の被着部にリアクティブイオンエッチング法で微細な突起を多数形成して前記電極を被着形成する。

【0014】上記太陽電池の製造方法では、前記微細な突起の幅と高さが $2\mu\text{m}$ 以下であることが望ましい。

【0015】また、上記太陽電池の製造方法では、前記微細な突起のアスペクト比が $0.75\sim 2$ 以下であることが望ましい。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を添付図面に基づき詳細に説明する。図1は本発明に係る太陽電池の製造方法で製造される太陽電池セルの構造を示す断面図である。図1において1は多結晶シリコン基板、1aは微細な突起、1bは受光面側不純物拡散層、1cは裏面側不純物拡散層(BSF)、1dは表面反射防止膜、1eは表面電極、1fは裏面電極である。

【0017】前記多結晶シリコン基板1はp型またはn型のいずれでも良い。この多結晶シリコン基板1は鋳造法などによって形成される。多結晶シリコンは、大量生産が可能で製造コスト面で単結晶シリコンよりもきわめて有利である。鋳造法などによって形成されたインゴットを $300\mu\text{m}$ 程度の厚みにスライスして、 $10\text{cm}\times 10\text{cm}$ もしくは $15\text{cm}\times 15\text{cm}$ 程度の大きさに切断してシリコン基板となる。

【0018】多結晶シリコン基板1の一主面側の少なくとも電極1eの下部には、微細な突起1aを形成する。この微細な突起1aは円錐形もしくはそれが連なったような形状を呈し、リアクティブイオンエッチング(RIE)法によるガス濃度もしくはエッチング時間を制御することにより、その大きさを変化させることができる。この微細な突起1aの幅と高さはそれぞれ $2\mu\text{m}$ 以下に形成される。この微細な突起1aをシリコン基板1の必要部分全面にわたって均一かつ正確に制御性を持たせて形成するためには、 $1\mu\text{m}$ 以下が好適である。この微細な突起1aのアスペクト比(突起1aの幅/高さ)は、2以下であることが望ましい。このアスペクト比が2以上の場合、製造過程で微細な突起1aが破損し、太陽電池セルを形成した場合にリーク電流が大きくなって良好

な出力特性が得られない。また、このアスペクト比が 0.75 未満の場合、従来品と同等の接合強度しか得られない。

【0019】リアクティブイオンエッチング法では、例えば三フッ化メタン(CHF_3)を 12.00sccm 程度、塩素(Cl_2)を 72sccm 程度、酸素(O_2)を 9sccm 程度、および六フッ化硫黄(SF_6)を 65sccm 程度流しながら、反応圧力 50mTorr 程度、プラズマをかけるRFパワー 500W 程度で、 10 秒～ 15 分間行う。

【0020】多結晶シリコン基板1の表面側には、逆導電型半導体不純物が拡散された層1bが形成されている。この逆導電型半導体不純物が拡散された層1bは、多結晶シリコン基板1内に半導体接合部を形成するために設けるものであり、例えばn型の不純物を拡散させる場合、 POCl_3 を用いた気相拡散法、 P_2O_5 を用いた塗布拡散法、および P^+ イオンを直接拡散させるイオン打ち込み法などによって形成される。この逆導電型半導体不純物を含有する層1は $0.3\sim 0.5\mu\text{m}$ 程度の深さに形成される。

【0021】この多結晶シリコン基板1の一主面側には、反射防止膜1dが形成されている。この反射防止膜1dは、多結晶シリコン基板1の表面で光が反射するのを防止して、多結晶シリコン基板1内に光を有効に取り込むために設ける。この反射防止膜は、多結晶シリコン基板1との屈折率差などを考慮して、屈折率が2程度の材料で構成され、厚み $500\sim 2000\text{\AA}$ 程度の窒化シリコン膜や酸化シリコン(SiO_2)膜などで構成される。

【0022】多結晶シリコン基板1の他の主面側には、一導電型半導体不純物が高濃度に拡散された層1cを形成することが望ましい。この一導電型半導体不純物が高濃度に拡散された層1cは、多結晶シリコン基板1の裏面近くでキャリアの再結合による効率の低下を防ぐために、多結晶シリコン基板1の裏面側に内部電界を形成するものである。つまり、シリコン基板1の裏面近くで発生したキャリアがこの電界によって加速される結果、電力が有効に取り出されることとなり、特に長波長の光感度が増大すると共に、高温における太陽電池特性の低下を軽減できる。このように一導電型半導体不純物が高濃度に拡散された層1cが形成された多結晶シリコン基板1の裏面側のシート抵抗は、 $15\Omega/\square$ 程度になる。

【0023】多結晶シリコン基板1の一主面側には、表面電極1eが形成されている。この表面電極1eは例えば、主にAg粉、バインダー、フリットなどからなるAgペーストをスクリーン印刷して $600\sim 800^\circ\text{C}$ で $1\sim 30$ 分間焼成し、その上に半田層を $10\sim 40\mu\text{m}$ 程度の厚みに形成する。この表面電極1eは、例えば幅 $200\mu\text{m}$ 程度に、またピッチ 3mm 程度に形成される多数のフィンガー電極と、この多数のフィンガー電極を相

互に接続する2本のバスバー電極とで構成される。このバスバー電極は幅2mm程度で厚み10 μ m程度に形成される。

【0024】上述のようにして形成した太陽電池の電極に、図2に示すように、半田で被覆した銅箔を2mm \times 2mm程度の面積で付着させて垂直方向に引っ張る引っ張り試験を行って電極が剥がれるときの強度である引っ

張り強度を測った。RIE処理で3種類のアスペクト比を有する突起を形成した。比較のために、単結晶シリコン基板1の表面側にアルカリ水溶液でテクスチャ構造を形成した基板も用意した。その結果を表1に示す。

【0025】

【表1】

電極下部地表面構造	アスペクト比	引っ張り強度
「Alカリエッチング」による「ピラミッド」型テクスチャ形状	0.71	0.7kg
RIEによるテクスチャ形状-1	0.71	0.8kg
RIEによるテクスチャ形状-2	0.75	1.2kg
RIEによるテクスチャ形状-3	1.0	1.9kg

【0026】表1から分かるように、RIEにより形成した基板1の表面側の微細な突起を有する太陽電池でアスペクト比が大きい場合に、電極の引っ張り強度が向上していることが認められた。

【0027】

【発明の効果】以上のように、本発明に係る太陽電池の製造方法によれば、多結晶シリコン基板の一主面側もしくは両主面側の電極の被着部にリアクティブイオンエッチング法で微細な突起を多数形成して電極を被着形成することから、下地の単位当たり表面積が増加し、また、接触角度が基板面に対し垂直により近くなることから、電極の基板との密着強度が増加し、太陽電池製造の歩留

まり向上に寄与すると共に、製品の信頼性が向上する。

【図面の簡単な説明】

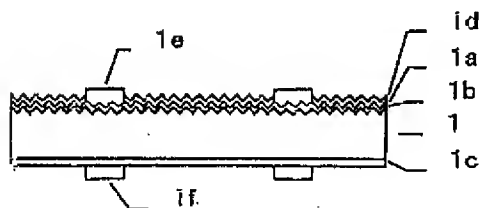
【図1】本発明に係る太陽電池セルの一般的な構造を示す図である。

【図2】本発明に係る太陽電池セルの電極強度を測定する方法を示す図である。

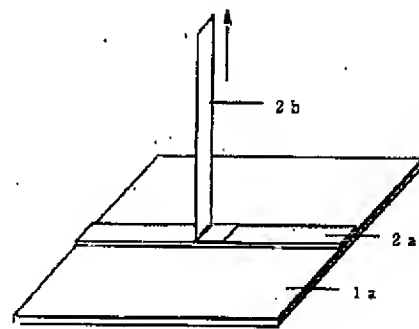
【符号の説明】

1……基板、1a……表面凹凸構造、1b……不純物拡散層、1c……裏面拡散層、1d……反射防止膜、1e……表面電極、1f……裏面電極、2a……表面電極、2b……半田被覆付きの銅箔

【図1】



【図2】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5F004 AA16 DA00 DA04 DA16 DA26
DB02 EA34
5F051 AA03 CB22 DA03 FA14 FA19
GA04 GA14